穀物平衡相對濕度性質在貯存上之應用

⊙文／陳加忠
⊙農機系副研究員

穀物平衡相對濕度(Equilibrium Relative Humidity, ERH)，平衡含水率 (Equilibrium Moisture Content,EMC)和溫度之關係在研究穀物收穫後處理工作上極爲重要。在已知的乾燥條件下由 EMC的性質，可得知穀物長期乾燥所能到達的最終水份含量，在穀物的貯存研究中，平衡相對濕度是決定品質的主要因子。在 65% RH以下的貯存環境內，大多數的菌類和黴菌類無法生長。因此 ERH值可取代含水率做爲穀物長期貯存的安全基準，和倉貯設備通風之依據。由食品的ERH性質可得知混合食品(Mixture Food)最後平衡相對濕度值，因此可用以決定其品質，在食品包裝方面，在包裝材料性質和外在環境已知條件下，由食品 ERH性質可得知此包裝食品的品質和貯存條件。

平衡含水率之定義可簡單介紹如下：當農產品被置於特定的環境(固定的相對濕度和溫度)下，經過一段長時期後，農產品將與外界環境成平衡狀態，而其最後的含水率稱爲平衡含水率。此性質通常應用於農產品乾燥作業。

平衡相對濕度亦可簡單定義：當農產品在特定的含水率時，放置於一定的空間內(例如：容器或倉庫內)。在一定的溫度下，穀物間隙內的空氣將與穀物的平衡相對濕度成平衡狀態(如圖1) 。此相對濕度稱爲穀物或空氣的平衡相對濕度。在食品工程上，此 ERH 通稱水活性(Water Activity)。

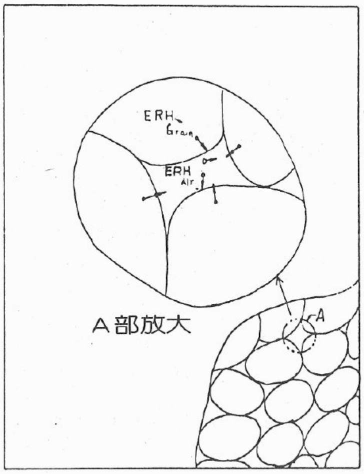

圖1.穀物平衡相對濕度

將穀物的平衡含水率和相對濕度在一定溫度下繪成圖，曲線通常爲 S型，此曲線稱爲等溫水分平衡線(isotherm)。

溫度對平衡相對濕度有顯著之影響。稻穀三種等溫水份平衡線如圖2 所示。在固定平衡相對濕度下，外界溫度增加，平衡含水率即降低。反之，在固定的含水率條件下，外界溫度增加則引起平衡相對濕度的增加。

在農產品的倉貯作業中，含水率和溫度傳統上被認爲決定穀物長期貯存的主要因子。不同的穀物有不同的安全貯存含水率，例如本省稻穀的安全標準定於13% (濕基)。在各種安全含水率的比較中，澱粉類穀物以麥類最高，玉米次之，再次爲稻穀，油性農產品中，以大豆最高 帶殼花生又以花生高。此種安全標準是經長久的研究才歸納而得。由於缺乏學理之依據，此種歸納之結果往往有極大的誤差，不同的研究人員歸納不同的安全標準。以落花生的安全貯存含水率標準爲例，花蓮區農推簡訊(第五卷第四期)對花生採收後晒乾之安全水份含量即提出三種不同的安全標準如 13% (P. 13)、9% (P.18)與12% (P.21)。

穀物的貯存問題中，主要的影響因子是微生物和昆蟲的活動，經過多年的研究，植病人員發現穀物平衡相對濕度是影響微生物生長和產生黴菌毒素(Mycotoxins)的主要因素。一般而言，90% 的相對濕度是大多數細菌(bacteria)生長的最低限度，87% 是酵母菌生長的界限，80% 是大多數霉菌成長的要求標準。極少數的菌類在60% 以上的相對濕度下能活動，對農產品而言，若穀物的平衡相對溼度能夠低於 65%，農產品可以不受其他條件影響(如溫度) 而被視爲良好的安全貯存環境。

對昆蟲而言，在70% 以上的相對濕度環境中，大多數的昆蟲才能存活與大量繁殖。因此70% 以下的相對濕度環境，可作爲避免蟲害發生的安全標準。

綜合菌害與蟲害的生長條件，65% 的穀物平衡相對濕度可定爲穀物長期安全貯存下的安全條件。由於上述的研究結果大多在室溫下進行。將25℃的各種農產品等溫水份平衡線繪如圖3 (資料來源爲ASAE標準，D254.4，1983)。在 65% 平衡相對濕度時，各農產品的平衡含水率如下：玉米13.3%，稻穀13% ，大豆12.3% ，帶殼花生9.0%，亞麻種子8.5%，而花生仁則爲7.1%。比照傳統所歸納的安全含水率，這些平衡含水率極爲接近穀物長期貯存的要求標準。以台灣常見的稻穀品種台農67號而言，65% 的平衡相對濕度，在25℃之平衡含水率幾乎近爲13%(圖2)，與糧食局託農會的收購標準相符合。

由上述之討論，可知65% 的平衡相對濕度可做爲各農產品長期貯存含水率之依據，換言之，由等溫(25℃)的水分平衡線可得知安全貯存之含水率，而不需再利用傳統之方式經年累月的實驗去求得此標準值。而平衡相對濕在大於78% 時，Asperfillus glavus開始有機會生長，相對濕度大於83% 時，aflatlxin 有機會污染穀物，經由水分平衡線可換得穀物感染黃鞠毒素時之含水率。以ERH 性質亦可用爲判斷穀物倉貯品質之依據。

以平衡相對濕度取代傳統的含水率，做爲穀物貯存的安全標準有如下之意義：

一、學術意義：傳統的安

全含水率大多以嘗試錯誤法經長時間測得，缺少學理依據，平衡相對濕度有其學術之背景基礎。

二、一致性：不同的農產品有不同的安全含水率。某特定穀物由於品種，成熟度，乾燥方式之差異而影響其安全含水率之值，但是以平衡相對濕度爲標準，除可適用各種不同穀物，對同一穀物而言，此標準不受品種等其他因素所影響。

三、簡易性：利用電子式相對濕度計可在數秒間內測出相對濕度值。

四、適合自動控制作業：利用電子式相對濕度計輸出的電壓訊號，可以與自動控制裝置連接，做爲控制倉貯通風設備之依據。

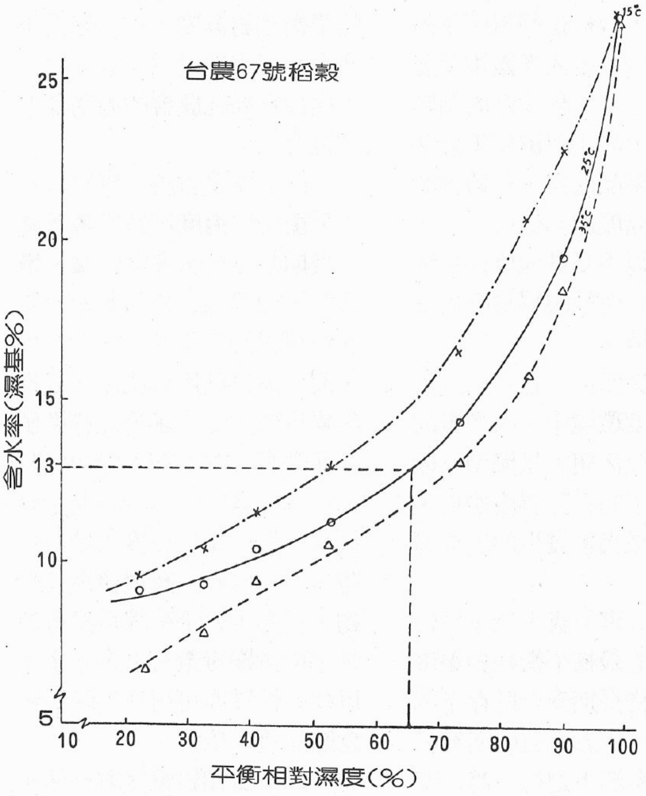

圖2.稻穀的等溫水份平衡線

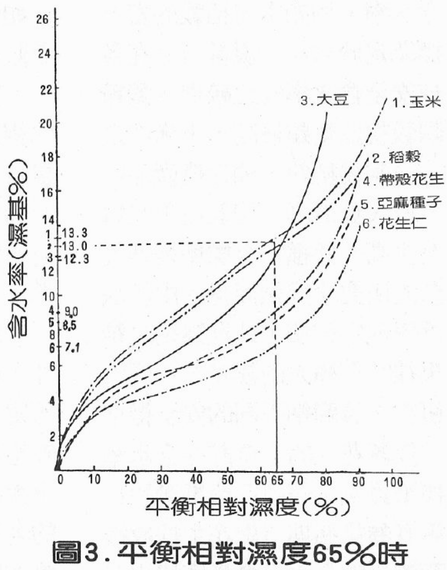

圖3.平衡相對濕度65%時各穀物的平衡含水率